

1010 214

X → AEU
/s

PCT

ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE
Bureau international

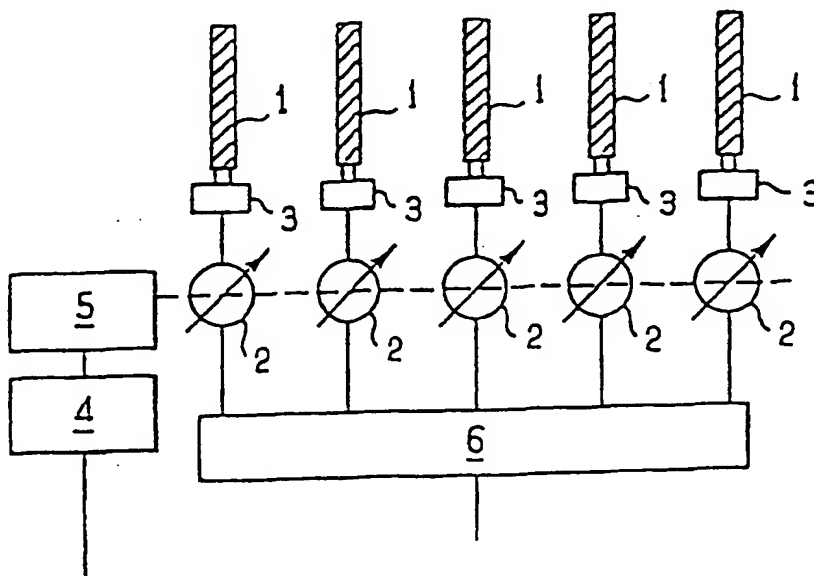
DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H01Q 21/06, 11/08, 3/30	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 98/42042 (43) Date de publication internationale: 24 septembre 1998 (24.09.98)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/00535 (22) Date de dépôt international: 17 mars 1998 (17.03.98) (30) Données relatives à la priorité: 97/03250 17 mars 1997 (17.03.97) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES [FR/FR]; 2, place Maurice Quentin, F-75001 Paris (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): DIEZ, Hubert [FR/FR]; 8, rue du Bocage, F-31490 Leguevin (FR). (74) Mandataires: MARTIN, Jean-Jacques etc.; Cabinet Regimbeau, 26, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR).	(81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-family: cursive;">AEU</div>	

(54) Title: **ANTENNA FOR ORBITING SATELLITE**(54) Titre: **ANTENNE POUR SATELLITE A DEFILEMENT**

(57) Abstract

The invention concerns an antenna for re-transmitting to the ground images produced by an orbiting satellite imaging instruments, characterised in that it comprises a plurality of elementary radiating antennae (1) with a plurality of cords regularly distributed in helix about a common rotation generator and means for supplying the various cords with power of equal amplitude. The invention is characterised in that these various elementary antennae are aligned and the plane wherein these various elementary antennae are distributed is designed, when the satellite is in orbit, to be perpendicular to the direction of the satellite speed vector and the antenna also comprises means (2) for shifting the phase of the power supply to these various elementary antennae which are capable of electronically defocusing the elongated beam generated by said elementary antennae.



→ Ables

(57) Abrégé

Antenne pour la retransmission au sol d'images collectées par des instruments de prise de vue d'un satellite à défilement, caractérisée en ce qu'elle comporte une pluralité d'antennes élémentaires de rayonnement (1) du type présentant une pluralité de brins répartis régulièrement en hélice autour d'une même génératrice de révolution ainsi que des moyens d'alimentation équivalents des différents brins, en ce que ces différentes antennes élémentaires sont alignées et en ce que le plan dans lequel ces différentes antennes élémentaires sont réparties est destiné, lorsque le satellite est en orbite, à être perpendiculaire à la direction du vecteur vitesse du satellite et en ce qu'elle comporte également des moyens (2) de déphasage de l'alimentation de ces différentes antennes élémentaires qui sont aptes à réaliser un dépointage électronique du faisceau allongé généré par lesdites antennes élémentaires.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

ANTENNE POUR SATELLITE A DEFILEMENT

La présente invention est relative aux antennes pour satellites à défilement.

5 A ce jour, les antennes utilisées par les satellites à défilement sont soit des antennes de type omnidirectionnel (SPOT, ERS, etc) soit de type directif pointable (LANDSAT, etc).

10 Dans ce dernier cas, le faisceau est gaussien et le balayage est réalisé à l'aide d'un mécanisme de pointage, l'antenne se comportant quant à elle comme un réflecteur parabolique centré de conception classique.

15 Un but de l'invention est de proposer une antenne pour satellite à défilement qui ne nécessite aucun mécanisme de pointage, qui présente un gain supérieur aux antennes omnidirectionnelles et qui est peu encombrante et d'un faible coût.

20 A cet effet, l'invention propose une antenne pour la retransmission au sol d'images collectées par des instruments de prise de vue d'un satellite à défilement, caractérisée en ce qu'elle comporte une pluralité d'antennes élémentaires de rayonnement du type présentant une pluralité de brins répartis régulièrement en hélice autour d'une même génératrice de révolution
25 ainsi que des moyens d'alimentation équivalents des différents brins, en ce que ces différentes antennes élémentaires sont alignées et en ce que le plan dans lequel ces différentes antennes élémentaires sont réparties est destiné, lorsque le satellite est en orbite, à être perpendiculaire à la direction du vecteur
30 vitesse du satellite et en ce qu'elle comporte des moyens de déphasage de l'alimentation de ces différentes antennes élémentaires qui sont aptes à réaliser un dépointage électronique du faisceau allongé généré par
35 lesdites antennes élémentaires.

On notera qu'avec une telle répartition d'antennes élémentaires à diagramme formé, le faisceau

d'émission réalisé est un faisceau de type elliptique ("fan beans" selon la terminologie anglo-saxonne) qui s'étend dans une direction parallèle à celle du vecteur vitesse du satellite.

5 Le dépointage de ce faisceau sur une longitude donnée permet d'atteindre, pendant tout le temps de passage d'un satellite, une station se trouvant à cette longitude, et ce sans avoir besoin de modifier ce dépointage au fur et à mesure que le satellite avance.

10 On comprend qu'une telle structure d'antenne ne nécessite pas une électronique compliquée et permet des hauts débits de transmission.

Cette antenne est avantageusement complétée par les différentes caractéristiques suivantes prises seules ou selon toutes leurs combinaisons possibles :

15 - le nombre d'éléments rayonnants élémentaires est égal ou supérieur à cinq ;

20 - les éléments rayonnants élémentaires sont décalés les uns par rapport aux autres avec un pas choisi de façon à éviter les lobes de réseaux ;

- pour une fréquence d'émission à 8000 MHz, le pas entre deux antennes élémentaires est de l'ordre de 19 mm ;

25 - les moyens de déphasage sont codés sur 3 à 8-bits ;

- les moyens de déphasage sont du type à ferrite.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit. Cette description est purement illustrative et non limitative. Elle doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

35 - la figure 1 est une représentation schématique illustrant une antenne conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est un graphe sur lequel on a porté le diagramme d'un élément rayonnant élémentaire de l'antenne de la figure 1 ;

- les figures 3 à 6 illustrent différents diagrammes de couvertures obtenus avec l'antenne de la figure 1.

L'antenne illustrée sur la figure 1 comporte une pluralité d'éléments rayonnants élémentaires référencés par 1.

Ces éléments rayonnants élémentaires 1 comportent chacun une pluralité de brins hélicoïdaux répartis régulièrement autour d'une même génératrice de révolution. La génératrice est par exemple conique ou cylindrique. Ces brins sont alimentés de façon équiamplitude.

Par exemple, ces brins sont au nombre de quatre et définissent quatre hélices identiques, décalées de $\pi/2$ les unes par rapport aux autres. Ces quatre brins sont avantageusement alimentés en quadrature de phase.

Le diagramme angulaire de rayonnement d'un tel élément rayonnant élémentaire est du type de celui illustré sur la figure 2.

Ce diagramme correspond au diagramme obtenu pour une hauteur axiale d'élément rayonnant de 0,050 m, un rayon de base de 0,018 m, ainsi qu'une fréquence d'émission de 8000 MHz. Il est rapporté à une sphère de mesure de 10 m de diamètre.

On notera que les éléments rayonnants élémentaires à plusieurs brins en hélice présentent, comme on le verra plus loin, l'avantage de présenter plus de gains à 50° qu'à 0° et donc de permettre de compenser les pertes de dépointage.

Les éléments rayonnants élémentaires 1 sont répartis en ligne dans un plan perpendiculaire à la direction du vecteur vitesse.

Ils sont disposés de façon que leurs axes soient parallèles, dans un même plan et espacés régulièrement.

Le pas entre lesdits éléments rayonnants 1 est par exemple de 19 mm pour une fréquence d'émission de 8000 MHz, ce qui permet de ne pas avoir de lobes de réseau.

De façon plus générale, le pas d du réseau est tel que

$$d < \lambda / (1 + \sin \theta)$$

où λ est la longueur d'onde du rayonnement, et θ le dépointage maximal souhaité.

Les éléments rayonnants 1 sont alimentés via des déphaseurs 2 de type à ferrite et des coupleurs 3, par un répartiteur de puissance 6 (en l'occurrence 1:5), qui est par exemple de type guide d'onde.

Les déphaseurs 2 sont commandés par une unité 4, qui est le calculateur de bord du satellite, à laquelle ils sont reliés par une électronique de commande 5.

L'utilisation des déphaseurs de type à ferrite présente l'avantage de permettre de conserver toujours le même dépointage. La consommation de l'électronique de commande est alors limitée.

Les déphasages imposés aux différents éléments rayonnants 1 permettent de réaliser les dépointages souhaités, et ce jusqu'à $\pm 62^\circ$.

Le choix pour les éléments rayonnants 1 d'une structure à hélice permet de disposer d'un gain à 50° supérieur de 2 dB au gain présenté à 0° (hors terme de compensation de différence d'atténuation d'espace -62° lever satellite par rapport au zénith) et donc de compenser naturellement les pertes de dépointage.

Le nombre optimal d'élément rayonnant élémentaire variera de cinq à douze en fonction des besoins de la mission.

Les déphaseurs 2 présentent par exemple des pas de quantification de $22,5^\circ$ et sont codés sur 4 bits.

Les faisceaux générés par une telle antenne sont elliptiques (grand axe des ellipses parallèle à la trace du satellite).

On a illustré sur la figure 3 la couverture obtenue avec l'antenne qui vient d'être décrite, dans le cas d'un déphasage nul entre les différents éléments rayonnants 1.

Il n'y a alors pas de dépointage et la directivité maximale de l'antenne est de 11,55 dB.

Sur la figure 4, on a représenté la couverture obtenue dans le cas de déphasages respectivement d'un élément rayonnant d'extrémité 1 à l'autre de 90° , 45° , 0° , -45° et -90° .

Le diagramme est alors dépointé de $+18^\circ$. La directivité est 11,52 dB.

Sur la figure 5, on a illustré la couverture obtenue dans le cas d'un déphasage respectivement de 180° , 90° , 0° , -90° , -180° .

Le dépointage est alors de 32° , la directivité de 11,49 dB.

Sur la figure 6, enfin, on a représenté la couverture obtenue respectivement pour des déphasages de 270° , 135° , 0° , -135° et -270° .

Le dépointage obtenu est de 48° , la directivité maximale de 11,45 dB.

Sur ces différentes figures 3 à 6, les cercles représentés en traits pointillés correspondent aux cercles de visibilité respectivement à $\pm 60^\circ$ et $\pm 65^\circ$.

On note que, d'un diagramme à l'autre, la directivité maximale n'évolue que très peu (11,54 dB à 11,45dB).

La directivité obtenue à 65° est supérieure à 9-dB, soit un gain supérieur à 7,5 dB si l'on considère des pertes de 0,5 dB sur les répartiteurs, de 0,5 dB pour les déphaseurs, de 0,25 dB au niveau de la connectique et de 0,25 dB au niveau de l'alimentation.

L'antenne à dépointage qui vient d'être décrite permet des débits de retransmission au sol importants et permet des retransmissions d'images Haute résolution.

La commutation du faisceau s'effectue préférentiellement avant passage, de façon à éviter les problèmes de saut de phase sur la couverture générée.

Dans le cas où le diagramme antenne ne compense pas l'atténuation d'espace, on peut envisager des changements de vitesse de transmission pour utiliser au mieux les gains de l'antenne dans les zones proches du passage au zénith.

L'antenne à dépointage qui vient d'être décrite présente l'avantage d'être d'un faible coût et surtout d'un faible encombrement. L'encombrement de la partie rayonnante est de 90mm en longueur, de 5 mm en largeur et de 50 mm en hauteur.

Avantageusement encore, l'antenne comporte plusieurs antennes en ligne du type qui vient d'être décrit et des moyens de commutation permettant de basculer d'une antenne en ligne à une autre en fonction des mouvements du satellite, et notamment de ses mouvements de roulis.

En variante, l'antenne comporte des moyens de motorisation qui permettent de modifier l'orientation de la (ou des) ligne(s) d'éléments rayonnants élémentaires pour compenser les mouvements potentiels du satellite, notamment ses mouvements de roulis.

6. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens de déphasage (2) sont du type à ferrite.

5 7. Antenne caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs antennes en ligne selon l'une des revendications précédentes et des moyens de commutation permettant de basculer d'une antenne en ligne à une autre en fonction des mouvements du satellite, et notamment de ses mouvements de roulis.

10 8. Antenne selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de motorisation qui permettent de modifier l'orientation de la (ou des) ligne(s) d'éléments rayonnants élémentaires pour compenser les mouvements potentiels du satellite,
15 notamment ses mouvements de roulis.

1 / 5

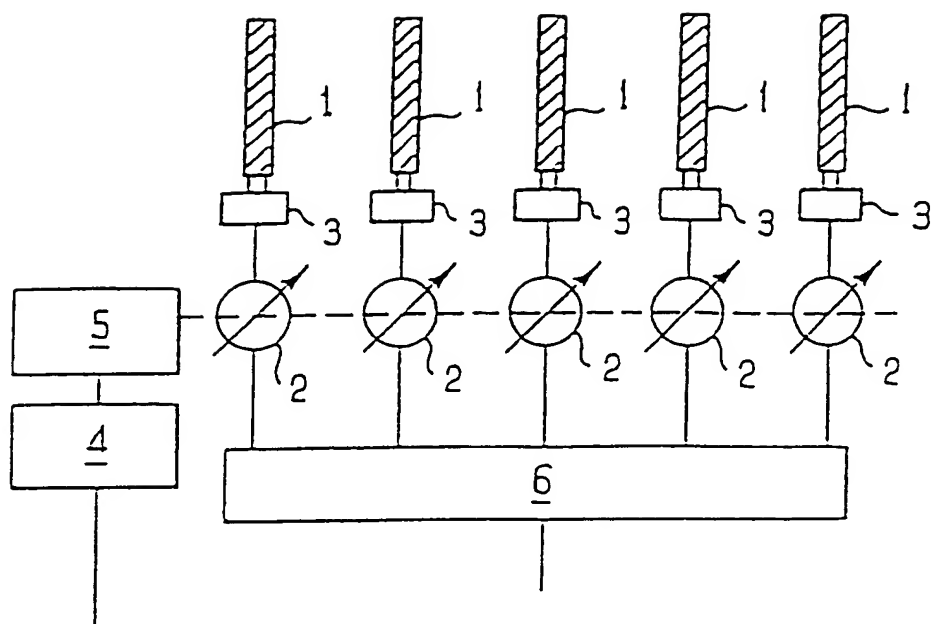


FIG. 1

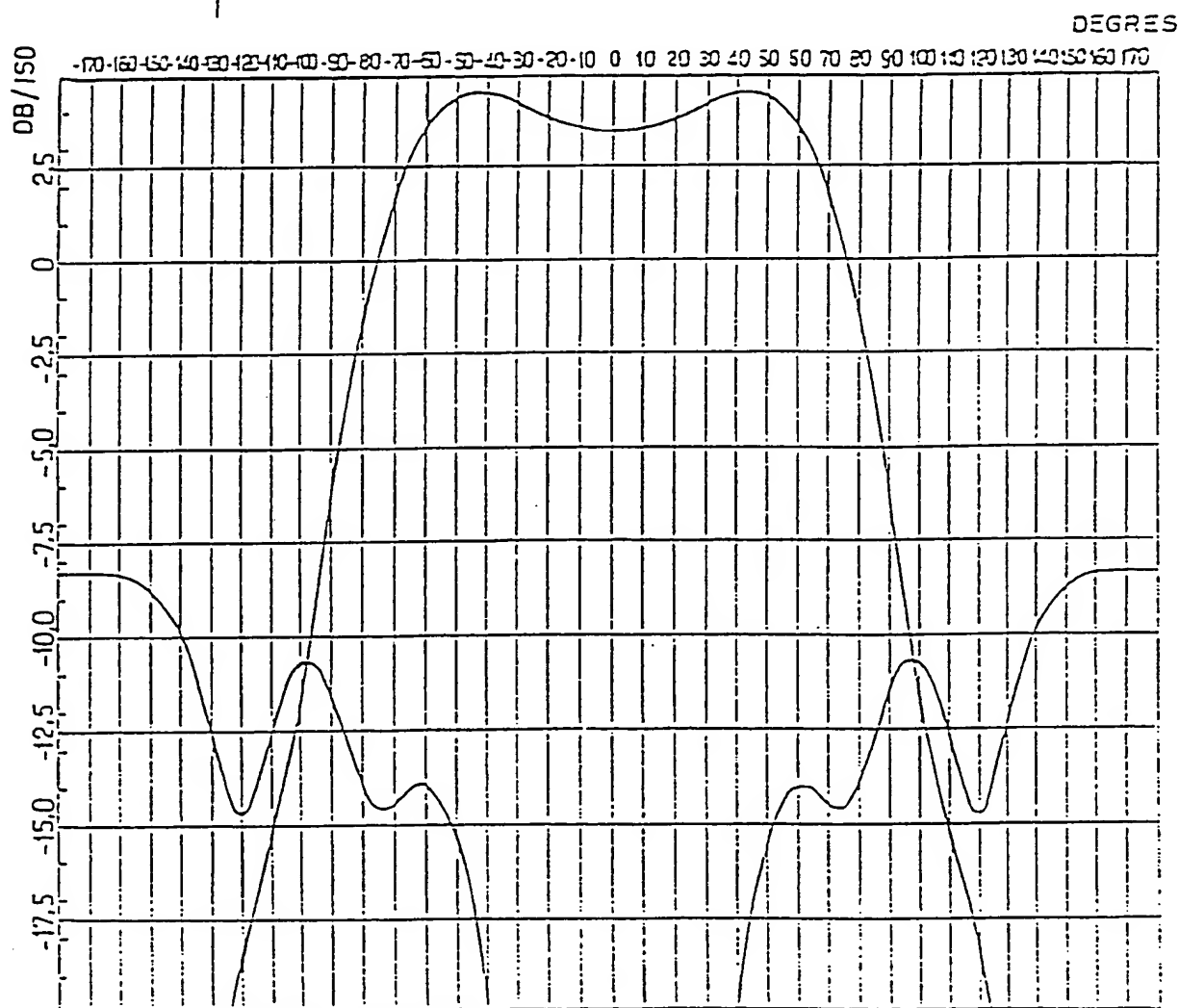
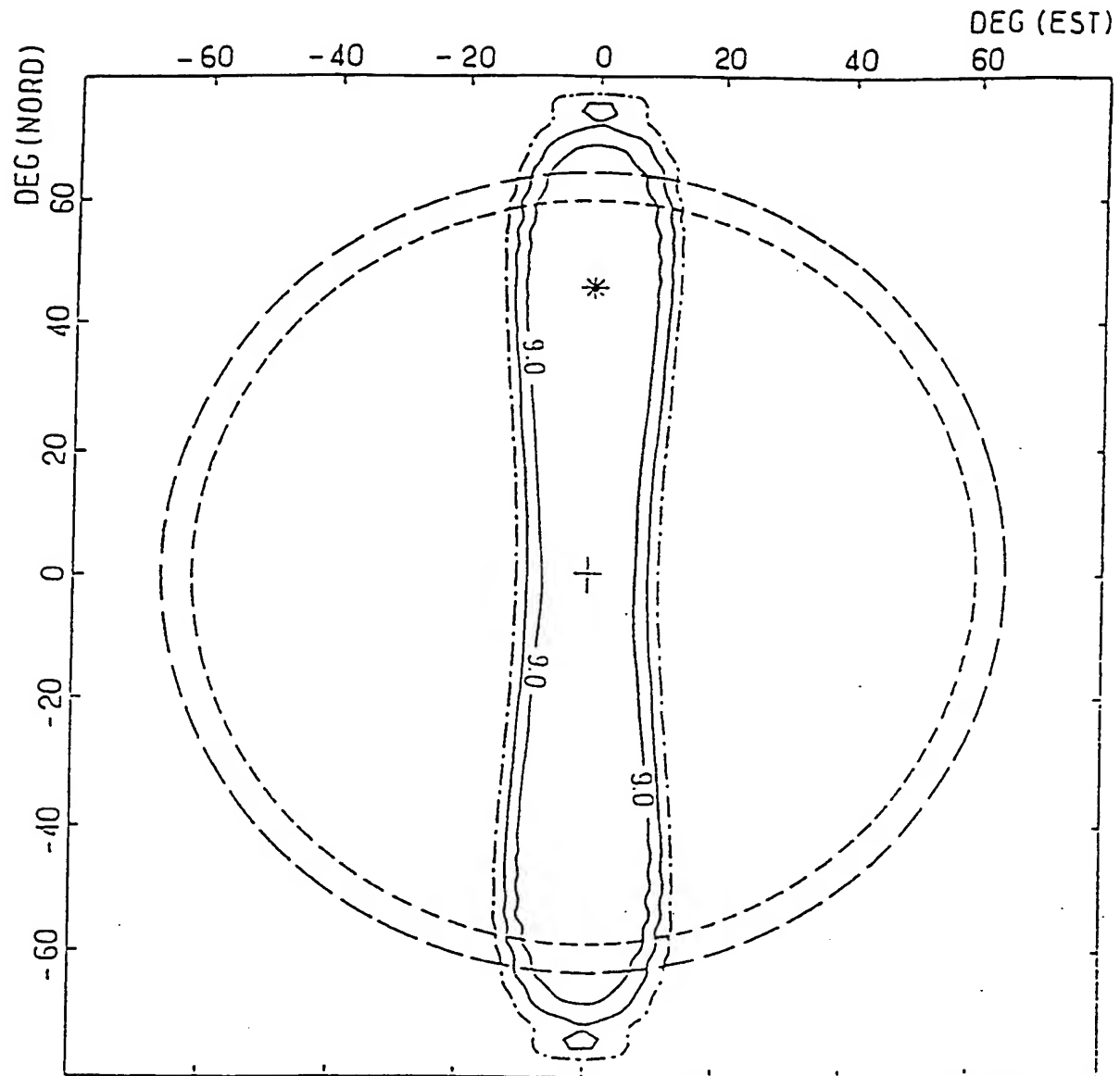
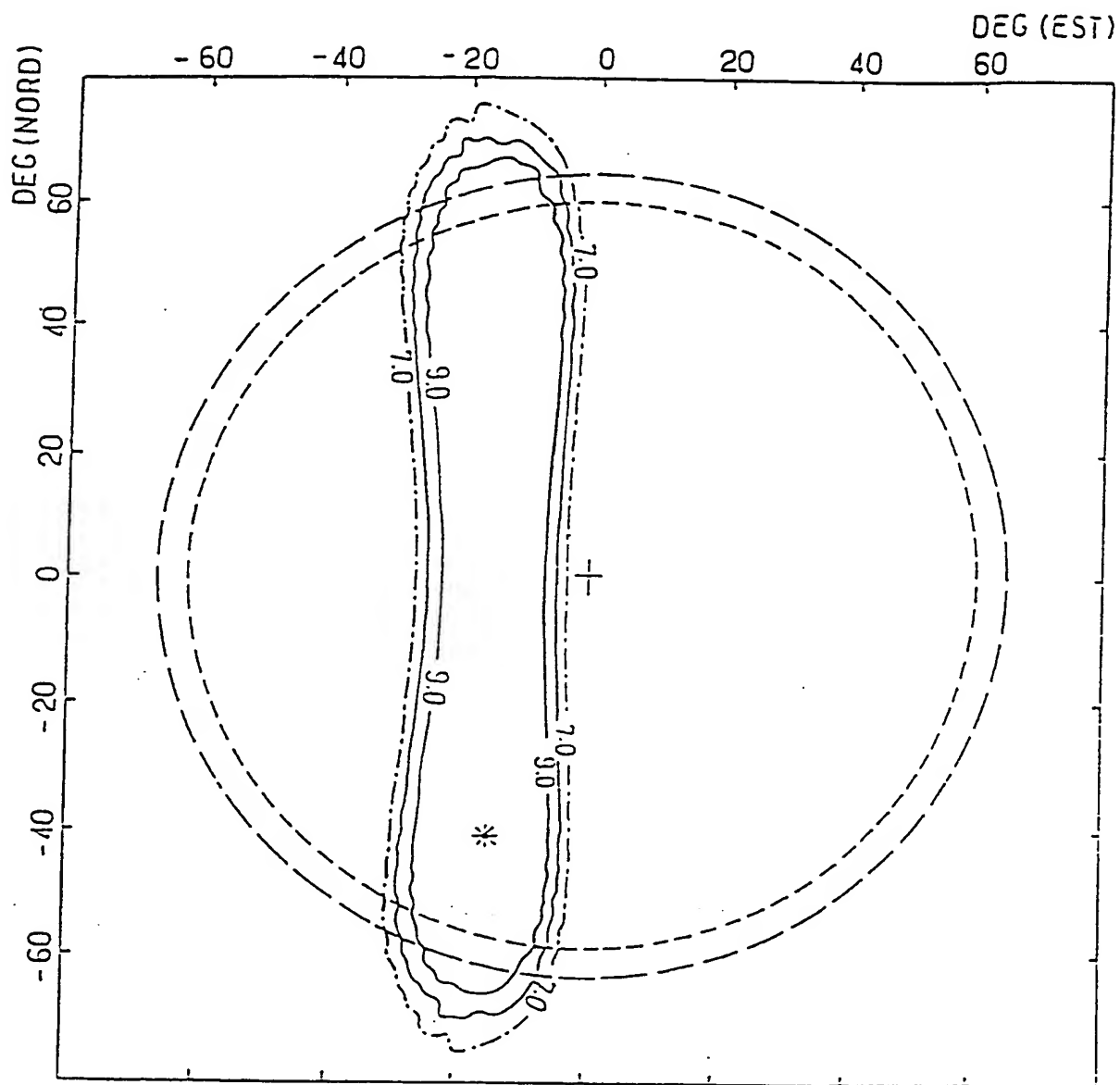


FIG. 2

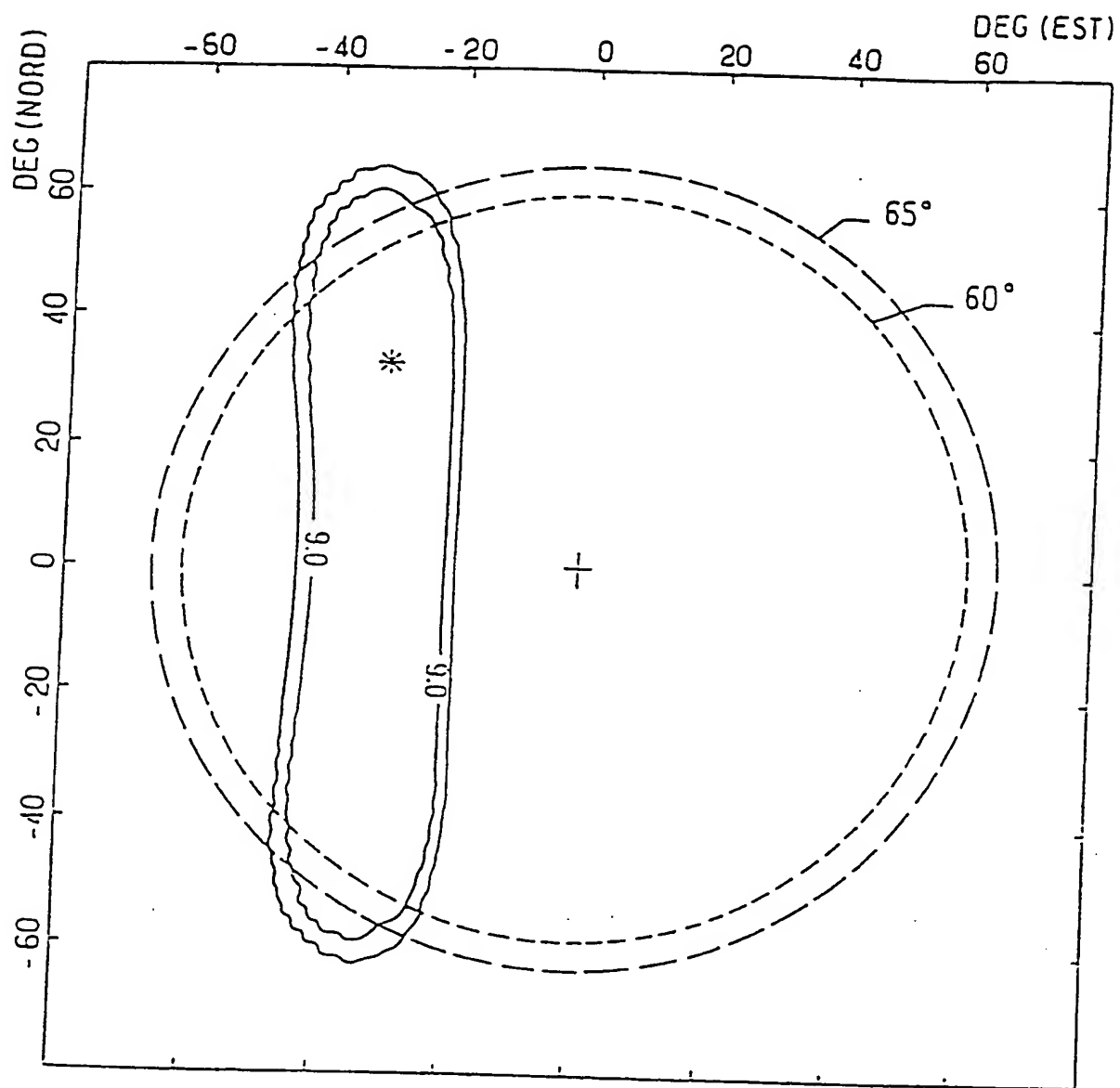
2 / 5

FIG. 3

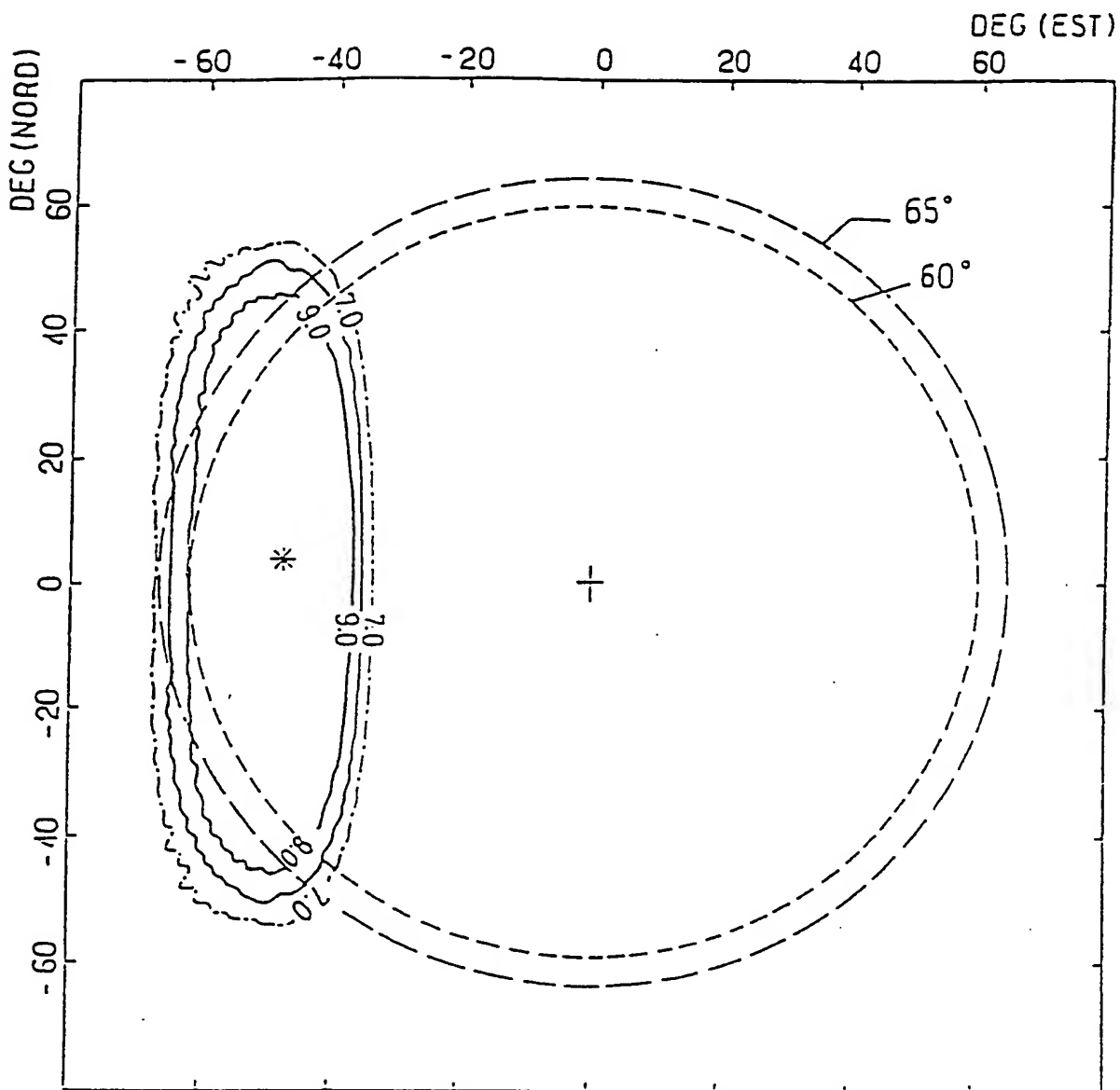
3 / 5

FIG. 4

4 / 5

FIG. 5

5 / 5

FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No.

PCT/FR 98/00535

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01Q21/06 H01Q11/08 H01Q3/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	IMBRIALE ET AL.: "AN S-BAND PHASED ARRAY FOR MULTIPLE ACCESS COMMUNICATIONS" NTC 77 CONFERENCE RECORD, VOLUME 2, 1977, vol. 2, 1977, pages 19:3-1-19:3-7, XP002048969	1,2
Y	see the whole document ---	3,5-8
Y	US 5 345 248 A (HWANG ET AL.) 6 September 1994 see column 6, line 46 - line 62; figures 1,7 --- -/--	7,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 June 1998

Date of mailing of the international search report

17/06/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Angrabeit, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int lional Application No

PCT/FR 98/00535

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GLÖCKLER: "PHASED ARRAY FOR MILLIMETER WAVE FREQUENCIES" INTERNATIONAL JOURNAL OF INFRARED AND MILLIMETER WAVES., vol. 11, no. 2, February 1990, NEW YORK US, pages 101-110, XP000150643 see page 102, paragraph 2. see page 105, paragraph 4. - page 106; figures 1,3-5,9 -----	5,6
Y	US 5 041 842 A (BLAESE) 20 August 1991 see column 2, line 52 - line 62; figures 1,2 -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/00535

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5345248 A	06-09-1994	NONE	
US 5041842 A	20-08-1991	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De le internationale No
PCT/FR 98/00535

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 6 H01Q21/06 H01Q11/08 H01Q3/30		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6 H01Q		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	IMBRIALE ET AL.: "AN S-BAND PHASED ARRAY FOR MULTIPLE ACCESS COMMUNICATIONS" NTC 77 CONFERENCE RECORD, VOLUME 2, 1977, vol. 2, 1977, pages 19:3-1-19:3-7, XP002048969 voir le document en entier	1,2
Y	---	3,5-8
Y	US 5 345 248 A (HWANG ET AL.) 6 septembre 1994 voir colonne 6, ligne 46 - ligne 62; figures 1,7 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> --- -/-- </div>	7,8
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-weight: bold;">4 juin 1998</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-weight: bold;">17/06/1998</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Angrabeit, F</div>

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Categorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	GLÖCKLER: "PHASED ARRAY FOR MILLIMETER WAVE FREQUENCIES" INTERNATIONAL JOURNAL OF INFRARED AND MILLIMETER WAVES., vol. 11, no. 2, février 1990, NEW YORK US, pages 101-110, XP000150643 voir page 102, alinéa 2. voir page 105, alinéa 4. - page 106; figures 1,3-5,9 ---	5,6
Y	US 5 041 842 A (BLAESE) 20 août 1991 voir colonne 2, ligne 52 - ligne 62; figures 1,2 -----	3

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De le internationale No

PCT/FR 98/00535

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5345248 A	06-09-1994	AUCUN	
US 5041842 A	20-08-1991	AUCUN	